

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЮЮЧОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

Розглядається процес формування професійної педагогічної компетентності вчителя фізики, а також формування експериментальних умінь і навичок в учнів в аспекті планування і організації виконання системи експериментальних завдань з фізики у профільній школі.

Ключові слова: компетентність, експериментальне завдання, навчальний експеримент, профільна школа.

Постановка проблеми. Державна національна програма «Освіта» передбачає створення умов для формування освіченої, творчої особистості, реалізації та самореалізації її природних задатків і можливостей в освітньому процесі. У зв'язку з цим особлива увага приділяється підготовці нової генерації педагогічних кадрів, підвищенню їхнього професійного та загальнокультурного рівнів. Одним з напрямків модернізації освіти є використання компетентнісного підходу.

Аналіз актуальних досліджень. Компетентність є кваліфікаційною характеристикою індивіда в момент його включення в діяльність і передбачає здатність до здійснення певних функцій. Показником рівня кваліфікації сучасного фахівця має бути саме його професійна компетентність. З позиції підготовки вчителя, орієнтованого на компетентнісний підхід, важливе значення має аналіз різних компонентів його професійної діяльності. Проектувальний компонент діяльності вчителя фізики припускає знання й уміння по використанню в своїй діяльності моделей елементів планування, структурування і організації виконання експериментальних завдань. Таким чином формування моделюючої компетентності є однією з передумов експериментальної підготовки вчителя фізики.

Вагомими є такі елементи моделювання як моделювання навчального процесу – перекликається з плануванням, його можна визначити як детальний опис змісту курсу, зокрема й практичних і експериментальних завдань на різних етапах фізичної освіти. Фізико-технічне моделювання передбачає створення матеріальних моделей фізичних явищ, процесів, експериментальних завдань через відбір і виготовлення приладів та установок тощо.

Проблема формування моделюючої компетентності студента – майбутнього вчителя фізики розглядається у поєднанні з розвитком мотивації його майбутньої професійної діяльності його професійних якостей, творчої активності. Зокрема це особливо стосується формування кваліфікаційних якостей до навчального експериментування. Особливої уваги стосується вміння планувати і забезпечувати умови послідовного і цілеспрямованого формування умінь і навичок в учнів через виконання системи експериментальних завдань.

Так нами вже відмічались проблеми як організаційно-го плану, так і змістовного щодо експериментальних завдань, які негативно впливають на якість експериментального вивчення курсу. Таке властиве переважно лабораторним роботам, зміст яких включає завдання, які не визначають основної мети роботи. Вони пов'язані з виконаннями ряду таких завдань: визначення величин, які не забезпечені матеріально засобами прямих вимірювань; ознайомлення із засобами і опанування методами виконання ряду маніпуляцій до елементів допоміжних завдань; непродуктивними витратами навчального часу в процесі складання допуску до виконання робіт щодо виявлення відповідних знань, умінь і навичок, часто ідентичних за змістом і характерних для робіт з одного і навіть різних розділів курсу загальної фізики. Разом з тим названі елементи змісту не можуть бути вилученими. Відповідно існує потреба відшукування

інших методичних підходів до їх вирішення. Такими підходами є ширше впровадження виконання експериментальних задач, результати яких знайдуть місце в теоретичних основах до завдань робіт лабораторних практикумів.

Мета статті. Показати, що використання сучасної мікроелектронної бази до створення навчальних засобів дозволяє здійснити забезпечення «можливостей змінювати умови проведення досліду, демонструючи вплив параметрів, якими варіюють, на результати досліду» [2, с.15]. Це особливо важливе і у плані перенесення методів і форм виконання окремих маніпуляцій, операцій, форм і методів експериментування до експериментальних задач, поставлених в процесі вивчення електродиніміки і перенесених до вивчення інших розділів курсу фізики.

Виклад основного матеріалу. Характерним прикладом слугують пропозиції до структури і послідовності підготовки і виконання завдань щодо експериментального визначення фундаментальних фізичних сталих, кількісне значення визначення яких мають бути одержаними, чи визначеними з потрібною точністю. Цьому сприяють сучасні тенденції виготовлення комплектів [3, с.337-339], до яких входять базові прилади і ряд модулів, як це реалізовано в розробках М.Г.Цілінко [7] і Н.В.Федішової [5]. Роль сформованих умінь до використання сучасних засобів в навчальному експериментуванні і перенесення їх до змісту експериментальних завдань інших розділів за для забезпечення якості і ефективності виконання, а отже і реалізації принципу науковості, показано на прикладах експериментального визначення сталих Планка і Стефана-Больцмана.

Компетентнісний підхід до виконання завдань роботи практикуму «Визначення сталої Планка» у варіанті, запропонованому в публікації [4], передбачає постановку таких експериментальних задач: вимірювання електричних величин аналоговими і цифровими приладами, порівняння якості таких вимірювань; визначення довжини світлової хвилі, випромінюваної різними світлодіодами з допомогою дифракційної решітки; зняття вольт-амперної характеристики світлодіода. Відповідно теоретичні основи до роботи практикуму мають враховувати наявність здобутих раніше знань, а хід роботи – сформованих умінь виконувати окремі завдання, а також, використовувати одержані результати виконання експериментальних задач. В цілому названі складові інструкції до роботи можна викласти в такому варіанті:

Короткі теоретичні відомості

В ряді напівпровідників (CaAs, CaP, InAs, InSh, SiC, ZnS) процес рекомбінації супроводжується випромінюванням квантів енергії $h\nu$. На основі рекомбінації випромінювання працюють світлодіоди, де відбувається електролюмінесценція – безпосереднє перетворення енергії електричного струму в світлову енергію, тобто енергія джерела електричного струму, що витрачається на подолання потенціального бар'єру eU_K для кожного носія електричного струму, перетворюється в світлову енергію, тобто

$$eU_K = h\nu,$$

де ν – частота випромінювання світлодіода; U_K – контактна різниця потенціалів; e – заряд електрона; h – стала Планка.

Отже, за відомими частотою випромінювання світлодіода та контактною різницею потенціалів знаходять сталу Планка за формулою:

$$\hbar = \frac{eU_K}{\nu} \text{ або } \hbar = \frac{eU_K\lambda}{c}.$$

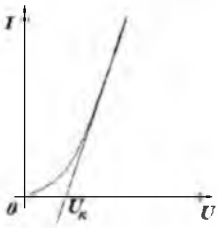


Рис. 1

Контактну різницю потенціалів світлодіода визначають з графіка його вольтамперної характеристики. На рис. 1 зображено вольтамперну характеристику для фосфідогалієвого світлодіода АЛ102БМ, за якою контактна різниця потенціалів дорівнює $U_K = 1,8$ В.

Довжина хвилі випромінювання визначається за допомогою дифракційної решітки на приладі для визначення довжини світлової хвилі.

Порядок виконання роботи:

1. Заготовити в звіті до роботи таблицю для запису вимірних і розрахованих значень фізичних величин.

№ світлодіода	I, мА / U, В	Результати вимірювань сили струму і напруги	λ , м	U_K (В)	\hbar	h_c
1.	I, мА					
	U, В					
2.	I, мА					
	U, В					
3.	I, мА					
	U, В					

2. Зібрати експериментальну установку за рис. 2. Записати до таблиці значення довжини хвилі для ввімкненого світлодіода.
3. Вивести повзунок потенціометра в положення 1. Замокнути коло.
4. Шляхом введення потенціометра змінювати напругу в колі до 2,8 В, записуючи до таблиці значення сили струму і напруги, відповідно після кожної зміни значення сили струму на 0,1 мА.

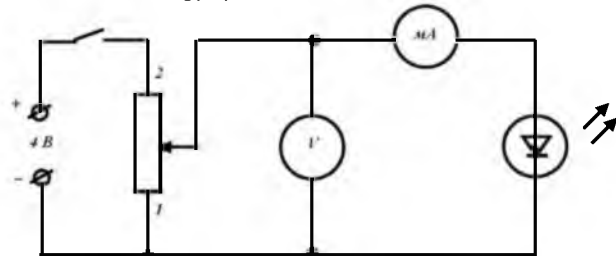


Рис. 2

5. Повторити дослід (пункт 3-4) для інших двох світлодіодів.
6. Занести до таблиці значення довжин хвиль і контактної різниці потенціалів для світлодіодів.
7. За результатами дослідів для кожного світлодіода розрахувати значення сталої Планка за формулою

$$h_i = \frac{eU_K\lambda_i}{c}.$$

8. Знайти середнє значення сталої Планка, зробити висновки розбіжності результатів з табличними значеннями.

Наводимо результати, одержані нами для червоного, оранжевого, жовтого, зеленого і синього світлодіодів:

Колір світлодіода	U, В	λ , м	h , Дж·с
Червоний	1.68	$0.07 \cdot 10^{-5}$	$6.272 \cdot 10^{-34}$
Оранжевий	1.88	$0.066 \cdot 10^{-5}$	$6.6176 \cdot 10^{-34}$
Жовтий	2.12	$0.062 \cdot 10^{-5}$	$7.01 \cdot 10^{-34}$
Зелений	2.45	$0.056 \cdot 10^{-5}$	$7.317 \cdot 10^{-34}$
Синій	2.8	$0.048 \cdot 10^{-5}$	$7.168 \cdot 10^{-34}$

Стала Стефана-Больцмана відноситься до групи фундаментальних фізичних сталих, яка фігурує в теоретичних основах з квантової фізики – теплового випромінювання.

Зміст експерименту має забезпечувати дидактичні вимоги, зокрема науковості. Варто відмітити, що саме поняття даної сталої в шкільному курсі фізики не формулюється, також нехтується поняттям випромінювальної здатності як величини віднесеної до одиниці площі поверхні та інше. Тож рівень професійної компетентності вчителя має забезпечити виконання такої роботи в умовах старшої школи природничого і фізико-математичного профілів.

Зміст роботи складають ряд завдань, в яких вимірювання і визначення потребують належної ретельності. Зокрема, це завдання визначення температури розжареної вольфрамової дрітини (волося електричної лампи), які є окремою експериментальною задачею. Стосовно інших даних варто зауважити, що навіть соті і тисячні долі кількісних значень суттєво впливають на результат сталої, порядком якої 10^{-8} . Отже, постановка відповідних експериментальних задач є невід'ємною складовою шляхів і методів виконання відповідного навчального експерименту.

При виконанні експериментальних задач увагу приділено використанню цифрових вимірювальних приладів – амперметра і вольтметра, в якості яких нами використано мультиметри, які дозволяють одночасно фіксувати результати вимірювань з порядком до тисячних долей. Разом опір спіралі за температури 20°C також зручно вимірювати мультиметром.

Визначення площі поверхні вольфрамової спіралі практично є завданням досить делікатним і тривалим. Практичне виконання цього завдання відбирає значну частину часу, а відповідне обладнання значно загромождає експериментальну установку. Відповідно до принципу внутрішньопредметної інтеграції визначено за доцільне завчасно таке завдання покласти в основу роботи практикуму щодо вимірювання малих розмірів об'єктів за допомогою мікрометра, мікроскопа. До виконання роботи практикуму таке завдання може слугувати і як змістом окремої лабораторної роботи, і як пропедевтична експериментальна задача. Заслужують уваги виконання розрахунків площі поверхні за виміряними розмірами: діаметра поперечного перелізу вольфрамової нитки, діаметра витка спіралі, кількості витків спіралі. Разом розраховані результати порівнювались з іншими результатами, для яких довжина нитки спіралі розрахована за формулою $\ell = RS/\rho$. Нами одержані і використовуються такі результати: для електричної лампи, розрахованої на 6 В і 0,7 А: d (діаметр дрітини) = $4 \cdot 10^{-5}$ м, ℓ (довжина дрітини) = $2,7 \cdot 10^{-3}$ м. Середнє значення площі поверхні спіралі $S = 3,39 \cdot 10^{-6}$ м².

Досить відповідальним є завдання визначення температури спіралі. За відсутності оптичного пірометра зміст експериментальної задачі має охоплювати традиційний метод визначення за формулою залежності опору провідників від температури $t = \frac{R - R_0}{R_0 \alpha}$, де α – температурний

коефіцієнт опору. Значення останнього також нестабільне і має певний вплив на шуканий результат. R_0 вимірюють до складання електричного кола мультиметром, а R – розраховують за значеннями сили струму I і напруги U за максимального свічення. Для використаного нами інтервалу температур нагрітої нитки вольфраму значення температурного коефіцієнту опору ми брали $\alpha = 5,1 \cdot 10^{-3}$ К⁻¹.

Використання середнього значення температурного коефіцієнту опору має певний вплив за умов зміни температури, проте такі зміни пов'язані більшою мірою не від цього коефіцієнта, а від зміни випромінювальної здатності вольфраму. Відповідно необхідно враховувати коефіцієнт сірості a_T . Фізичну сутність останнього важливо не лише розкрити в теоретичних відомостях даної роботи, а і включити до змісту навчального курсу.

Наводимо фрагмент теоретичних викладок, які можна включити до змісту навчального курсу і обов'язково до теоретичних відомостей інструкції.

Випромінювання і поглинання енергії тілом характеризується його випромінювальною та поглинальною здатністю. Тіло, для якого ці характеристики однакові, назива-

ється **абсолютно чорним**. Практично абсолютно чорних тіл не існує. Тіло, для якого поглинальна здатність менша випромінювальної, називається сірим. Між випромінювальною і поглинальною здатністю будь-якого тіла існує певний зв'язок: за законом Кірхгофа відношення випромінювальної та поглинальної здатностей не залежить від природи тіла і являється функцією частоти і температури.

Енергія, яку випромінює тіло при даній температурі з одиниці поверхні за одиницю часу в усьому інтервалі частот, характеризує його **випромінювальну здатність**. Залежність випромінювальної здатності абсолютно чорного тіла від температури встановлює закон Стефана-Больцмана. Ця залежність була одержана експериментально у 1879 р. Й. Стефаном (1835-1893), а в 1884 р. за допомогою методів термодинаміки теоретично виведена Л. Больцманом (1844-1906) [1, с.264].

Випромінювальна здатність нечорного тіла характеризується коефіцієнтом сірості (ступенем чорноти). Вона визначається відношенням енергії випромінювання сірого тіла до енергії випромінювання абсолютно чорного тіла за тієї ж температури. Для сірих тіл формула набуває вигляду [6, с.186]:

$$E_T = a_T \sigma (T^4 - T_0^4). \quad (1)$$

Використання відомих значень цього коефіцієнту для окремих інтервалів температур, наведених в окремих посібниках та збірниках задач цілком задовольняють якості кінцевих результатів лабораторної роботи.

Енергетична світність абсолютно чорного тіла E описується законом Стефана-Больцмана:

$$E = \sigma T^4, \quad (2)$$

де σ – стала Стефана-Больцмана.

Для визначення цієї сталої можна застосувати метод порівняння потужності електричного струму, що витрачається на розжарення провідника, та потужності випромінювання з його повної поверхні. Вважаючи, що світіння вольфраму лише наближається до світіння абсолютно чорного тіла і залежить від стану його поверхні, для опису такої залежності можна записати рівність:

$$IU = a_T S \sigma (T^4 - T_0^4). \quad (3)$$

Звідси

$$\sigma = \frac{IU}{a_T S (T^4 - T_0^4)}, \quad (4)$$

де S – повна площа вольфрамового провідника; T_0 – початкова температура (20°C); T – температура при максимальному світінні; U та I – відповідні значення напруги і сили струму в режимі максимального світіння; a_T – коефіцієнт сірості.

Останній коефіцієнт характеризує світність твердого тіла в порівнянні з світністю абсолютно чорного тіла. Його значення визначає частину затраченої енергії, яка витрачається не на теплове випромінювання, а на нагрівання підвідних провідників, затискачів і середовища. Його кількісне значення залежить від температури тіла проте для інтервалів температур біля 500°C змінюється мало. При виконанні лабораторної роботи в запропонованому нами варіанті відповідно з даними наведеними в таблиці 1 значення коефіцієнту сірості становить $a_T = 0,234$.

В якості вольфрамового провідника використовуються вольфрамова спіраль лампи розжарення, розрахованої на 6 В, 0,7 А. Відповідно при виконанні роботи перевипробування вказаних параметрів варто не допускати. При складанні електричного кола установки мультиметри перемикають на відповідні режими вимірювання: вольтметр – в режим "20 В", міліамперметр – в режим "10 А". Вольтметр приєднують безпосередньо до клем (контактів) лампи.

Хід роботи

1. Ознайомтесь з фізичним змістом і особливостями теплового випромінювання твердих тіл. З'ясуйте фізичну сутність наступних понять і величин: теплове випромінювання, випромінювальна здатність E , абсолютно чорне тіло, коефіцієнт сірості, стала Стефана-Больцмана.

2. Виміряйте опір R_0 спіралі лампи за допомогою мультиметра і результати занесіть до таблиці.
3. Зберіть експериментальну установку за схемою (рис. 3). При цьому мультиметр (вольтметр) приєднується безпосередньо до контактів стійки з електричною лампою.

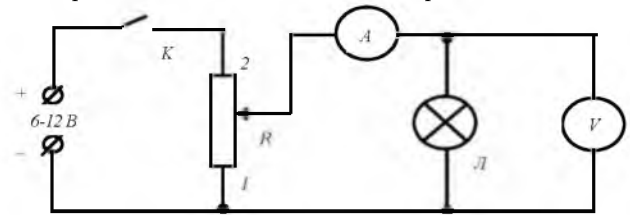


Рис. 3

4. Виведіть регулятор напруги на блоку живлення (або повзунок потенціометра в крайнє положення, за якого напруга на лампі рівна нулеві).
5. Ввімкніть живлення. Регулятором напруги встановіть на лампі напругу 4 В. Запишіть до таблиці відповідні значення показів амперметра і вольтметра.
6. Повторіть дії попереднього пункту для напруги 5 В, 6 В.
7. Виведіть регулятор напруги і розімкніть коло.
8. Занесіть до таблиці значення коефіцієнта сірості та температурного коефіцієнту опору, розраховані раніше для кожного вимірювання температури T та T^4 .
9. Розрахуйте для кожного вимірювання сталу Стефана-Больцмана за формулою (4).
10. Порівняйте одержані результати з табличним значенням, зробіть висновки.

Результати виконання даної роботи практикуму на вказаній в інструкції елементній базі наведені у таблицях.

№ досліду	I, А	U, В	a_T	S, м	T, К	T_0 , К	σ , Вт/(м ² ·К ⁴)
1.	0,64	6	0,277	0,00000339	2913	293	$5,67 \cdot 10^{-8}$
2.	0,54	5	0,205	0,00000339	2878	293	$5,657 \cdot 10^{-8}$
3.	0,48	4	0,219	0,00000339	2598	293	$5,675 \cdot 10^{-8}$

№ досліду	I, А	U, В	$a_{T(середн.)}$	S, м	T, К	T_0 , К	σ , Вт/(м ² ·К ⁴)	$\sigma_{(середн.)}$, Вт/(м ² ·К ⁴)
1.	0,64	6	0,234	0,00000339	2913	293	$6,72 \cdot 10^{-8}$	$5,664 \cdot 10^{-8}$
2.	0,54	5	0,234	0,00000339	2878	293	$4,95 \cdot 10^{-8}$	$5,664 \cdot 10^{-8}$
3.	0,48	4	0,234	0,00000339	2598	293	$5,31 \cdot 10^{-8}$	$5,664 \cdot 10^{-8}$

Висновки. Названі складові, які нерозривно пов'язані з професійним і особистісним аспектами, конкретизують і поглиблюють сутність професійної компетентності студента – майбутнього вчителя фізики, визначаючи специфічні особливості її формування. Нині дійсно компетентним вчителем можна назвати того, хто має розгорнуту систему знань, володіє своїм індивідуальним стилем діяльності.

Список використаних джерел:

1. Кучерук І.М. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: навч. посібник [для студ. вищ. техн. і пед. закл. освіти] / Кучерук І.М., Душенко В.П. – К.: Вища школа, 1991. – 463 с.
2. Наумчик В.Н. Наглядность в демонстрационном эксперименте по физике: эргон. подход / Наумчик В.Н., Саржевский А.М. – Мн.: БГУ, 1983. – 96 с.
3. Разумовский В. Г. Основы методики преподавания физики в средней школе / [Разумовский В.Г., Бугаев А.И., Дик Ю.И. и др.]; под ред. А.В.Перышкина и др. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с. – С. 200.
4. Трифонова О.М. З досвіду експериментального визначення сталої Планка / Трифонова О.М. // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – № 2 (65) – С. 36–39.
5. Федішова Н.В. Комплект автоматичних пристроїв і функціональних вузлів електронної техніки для фізичного експерименту / Федішова Н.В. // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВГ ІЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 1999. – Вип. 16. – С. 40–45.
6. Фізичний практикум.: В 2-х ч. / Під заг. ред. Душенко В.П. – К.: Вища школа, Голов. вид., 1984. – Ч. 2. – 256 с.
7. Цілінко М.Г. Саморобні електронні прилади в навчальному експерименті: посіб. для вчителя / Цілінко М.Г. – К.: Рад. шк., 1990. – 141 с.

The process of forming of professional pedagogical competence of teacher of physics, and also forming of experimental abilities and skills, is examined for students in the aspect of planning and organization of implementation of the system of experimental tasks from physics at school.

Key words: competence, experimental task, educational experiment, school.

Отримано: 14.05.2010